

KONFIGURASI SERI PARALEL *FLANGE* PIPA MENGUNAKAN *RELIABILITY* BLOK DIAGRAM PADA PT. PERTAMINA (PERSERO) TBBM PONTIANAK

Dwy Sapta Sulendra

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak, 78124

E-Mail: dwyzacky12@gmail.com

Abstrak: PT. Pertamina (Persero) merupakan badan usaha milik negara (BUMN) yang bergerak dibidang operasi dan distribusi perminyakan. Perusahaan ini diawasi berdasarkan kebijakan pemerintah dan berkembang pesat hingga saat ini di Indonesia. PT. Pertamina (Persero) Pontianak merupakan salah satu cabang terminal yang melayani seluruh distribusi minyak didaerah Kalimantan Barat. Salah satu fasilitas produksi adalah *flange* pipa, yaitu suatu komponen dari pipa yang berfungsi sebagai penghubung dari pipa satu ke pipa lainnya. Berdasarkan data historis PT. Pertamina *flange* pipa sering mengalami kerusakan, dari tahun 2014 sampai 2017 tercatat sebanyak 40 kali dengan kerusakan komponen yang berbeda sehingga mengakibatkan kerugian yang besar untuk perusahaan.

Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan komponen kritis, mendapatkan nilai keandalan dari komponn kritis tersebut serta menganalisa konfigurasi seri paralel dengan menggunakan *reliability blok diagram*. Adapun metodologi atau langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini mulai dari identifikasi komponen kritis *flange* pipa menggunakan analisis pareto, pengujian pola distribusi kerusakan komponen kritis *flange* pipa menggunakan metode *least square curve fitting*, perhitungan parameter distribusi menggunakan metode *likelihood estimator*.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan keandalan komponen kritis *flange* pipa yaitu komponen *Flip On*, *Weldneck* dan *Blind* mengalami penurunan secara terus-menerus seiring bertambahnya waktu sehingga dapat dikarakteristikan sebagai komponen yang mengalami fase keausan atau *wear out failure*. Nilai keandalan dari hasil penelitian komponen kritis *slip on* 0,5144888 yang mana jalur pipa bahan bakar pertamax, *weldneck* 0,4979143 jalur pipa pertalite, *blind* 0,473696 jalur pipa premium sedangkan nilai RBD seri *slip on* 0,115117839 yang mana jalur pipa bahan bakar pertamax, *weldneck* 0,111409268 jalur pipa pertalite, *blind* 0,105990313 jalur pipa premium. Nilai skenario RBD paralel komponen *slip on* 0,979799, *weldneck* 0,979108 dan *blind* 0,978101.

Kata kunci : Analisa Pareto, *Flange* Pipa, *Least Square Curve Fitting*, RBD.

1. Pendahuluan

PT. Pertamina (Persero) merupakan badan usaha milik negara (BUMN) yang bergerak dibidang perminyakan. Perusahaan ini diawasi berdasarkan kebijakan pemerintah dan berkembang pesat hingga saat ini di Indonesia. PT. Pertamina (Persero) Pontianak merupakan salah satu cabang terminal yang melayani seluruh distribusi minyak didaerah Kalimantan Barat. Terminal BBM Pontianak terdiri dari berbagai fungsi sebagai penggerak operasional sehari – hari kegiatan. Fungsi yang ada yaitu *Distribution, Receiving & Storage*, HSE (*Health, Safety, and Environment*), *Sales Service, Finance, Marine, Maintenance Service, Quality and Quantity Control*.

PT. Pertamina (Persero) Pontianak yang berada di jalan Khatulistiwa Pontianak memiliki beberapa peralatan yang sangat penting untuk proses operasi dan distribusi bahan bakar, salah satunya adalah pipa (*pipe*). Pipa itu sendiri terdapat pada semua jalur yang meliputi Pertamax, Peralite, Premium, Solar, Avtur. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan dilapangan, ditemukan bahwa kerusakan kebocoran pipa-pipa bahan bakar PT. Pertamina (Persero) cenderung tinggi sehingga pada saat melakukan proses penyaluran minyak dari tangki timbun ke mobil tangki terhenti dan memberikan dampak buruk bagi proses operasi perusahaan.

Bagian peralatan yang penting didalam jalur perpipaan PT. Pertamina (Persero) Pontianak adalah *flange pipe*, kerusakan yang tinggi pada jalur pipa tersebut disebabkan oleh bocornya komponen *flange* sehingga operasi dan distribusi menjadi terhambat. Oleh karena itu PT. Pertamina harus dapat mempertahankan kehandalan peralatan komponen *flange pipe* dan melakukan analisa sistem konfigurasi semua jalur perpipaan (*pipeline*).

2. Tinjauan Pustaka

a. Pengertian Perawatan

Perawatan adalah konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas fasilitas/mesin agar dapat berfungsi dengan baik seperti kondisi awalnya. Perawatan juga dapat didefinisikan sebagai, rangkaian kegiatan untuk melakukan pemeriksaan (*inspeksi*), penambahan bahan-bahan habis, perbaikan dan penggantian terhadap komponen-komponen suatu peralatan/mesin. Tanpa

pemeliharaan, peralatan akan mengalami penurunan keandalan yang drastis. Sedangkan pemeliharaan yang terlalu sering akan berdampak pada tingginya biaya pemeliharaan. Peranan tindakan pemeliharaan sering diabaikan karena pihak perusahaan enggan mengeluarkan ongkos tambahan yang besar. Peranan pemeliharaan baru akan terasa dibutuhkan bila sistem mulai mengalami gangguan atau tidak dapat dioperasikan (Ansori dan Mustajib, 2013).

b. Jenis-Jenis Perawatan

Perawatan dibagi menjadi dua yaitu *planned* dan *unplanned maintenance*. *Planned maintenance* merupakan suatu tindakan atau kegiatan perawatan yang pelaksanaannya telah direncanakan terlebih dahulu. Sedangkan *unplanned maintenance* merupakan suatu tindakan atau kegiatan perawatan yang pelaksanaannya tidak direncanakan (Manzini, 2010). *Planned maintenance* dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Preventive maintenance

Preventive maintenance merupakan suatu sistem perawatan yang terjadwal dari suatu peralatan atau komponen yang dibuat untuk meningkatkan keandalan suatu mesin serta untuk mengantisipasi segala kegiatan perawatan yang tidak direncanakan sebelumnya. *Preventive maintenance* terbagi menjadi dua jenis yaitu:

a. Time based maintenance

Time based maintenance merupakan kegiatan perawatan berdasarkan periode waktu yang meliputi inspeksi harian, *service*, pembersihan harian dan sebagainya.

b. Condition based maintenance

Condition based maintenance merupakan suatu kegiatan perawatan yang menggunakan peralatan untuk mendiagnosa perubahan kondisi dari peralatan atau aset, dengan tujuan untuk memprediksi awal penetapan interval waktu perawatan.

2. Predictive maintenance

Predictive maintenance merupakan pengukuran yang dapat mendeteksi kerusakan sistem, sehingga penyebabnya dapat dieliminasi atau dikendalikan tergantung pada kondisi fisik komponen, dimana hasilnya menjadi indikasi kapabilitas fungsi sekarang dan akan datang. *Unplanned maintenance* juga terbagi menjadi dua yaitu:

a. Corrective maintenance

Corrective maintenance merupakan suatu kegiatan perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi mesin sehingga mencapai standar yang telah ditetapkan pada mesin tersebut.

b. Breakdown maintenance

Breakdown maintenance merupakan suatu kegiatan perawatan yang pelaksanaannya menunggu sampai dengan peralatan tersebut rusak baru kemudian dilakukan perbaikan. Cara ini dilakukan apabila efek kerusakan bersifat signifikan terhadap operasi ataupun produksi.

c. Pengertian Pipa

Pipa banyak digunakan dalam industri perminyakan dan produksi bahan-bahan kimia. Fungsi utama pipa adalah untuk melakukan transfer cairan (*liquid*) dan mensuplai zat cair lainnya. Industri perminyakan (*oil industry*) biasa menggunakan bermacam-macam jenis pipa dan bahan material yang berbeda seperti karbon, besi, baja dan lain sebagainya. *Layout* desain jalur pipa terdiri dari *valve* dan *flange*. Menurut lee (1999) *flange* pipa digunakan untuk menggabungkan pipa, *valve* atau *vessel* kedalam sistem jaringan perpipaan. Komponen *flange* terdiri dari *slip on*, *weldneck*, *blind*, *socket*, *lap join* dan *Threaded*.

d. Least Square Curve Fitting

Least square curve fitting merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi pola distribusi suatu kerusakan dengan cara mencari nilai *index of fit* tertinggi dari data yang ada (Ansori dan Mustajib, 2013).

$$\text{Index Of Fit (r)} = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}} \quad (2.1)$$

$$F(i) = \frac{i - 0,3}{N + 0,4} \quad (2.2)$$

Dimana :

$F(i)$ = Nilai Distribusi Kumulatif

N = Jumlah data kerusakan

I = 1,2,3 ... n

e. Pola Distribusi Keandalan

Menurut Ebeling (1997), membagi pola distribusi dalam keandalan (*reliability*) untuk perawatan mesin menjadi :

a. fungsi Kepadatan probabilitas

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right] \quad (2.3)$$

b. fungsi distribusi kumulatif

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right] \quad (2.4)$$

c. fungsi keandalan

$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right] \quad (2.5)$$

f. Reliability Blok Diagram

Menurut Dhillon (2006) sebuah sistem dapat membentuk konfigurasi yang bermacam-macam dalam analisis tingkat keandalan. Menurut sistem konfigurasi komponen reliability blok diagram terbagi menjadi 2 macam yaitu :

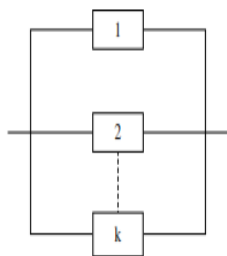
1. Sistem Seri



Gambar 1. Series Network
Sumber : Dhilon (2006)

Dari diagram diatas merepresentasikan bahwa k adalah unit sistem dan masing-masing blok diatas digambarkan dengan sebuah unit. Perlu diketahui bahwa semua unit harus bekerja secara normal agar sistem dalam operasi tersebut berjalan dengan sukses.

2. Sistem paralel



Gambar 2. Parallel Network
Sumber : Dhilon (2006)

Sistem konfigurasi paralel adalah dimana suatu sistem terdiri dari k (simultan) unit operasi dan paling sedikitnya unit tersebut harus bekerja secara normal agar sistem dalam operasi tersebut berjalan dengan sukses.

3. Hasil dan Pembahasan

1. Menentukan nilai *reliability* flange pipa jalur Pertamax, Peralite, Premium.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil *index of fit* flange pipa

Komponen	Normal	Log Normal	Eksponensial	Weibul	dipilih
<i>Slip On</i>	1,28262	0,98166	0,97775	0,96105	1,28262
<i>Weldneck</i>	0,91847	0,94431	0,93797	0,94298	0,94431
<i>Blind</i>	0,93407	0,92163	0,83509	0,91768	0,93407

Hasil dari tabel diatas menunjukkan bahwa nilai yang terpilih adalah dari nilai *index of fit* terbesar yaitu pada *slip on* dengan nilai 1,28262 kemudian *weldneck* dengan nilai 0,94431 dan komponen *blind* dengan nilai terpilih yaitu 0,93407.

2. Menentukan nilai keandalan (*reliability*)

Tabel 2. Rekapitulasi hasil perhitungan *reliability*

Komponen	Nilai Keandalan
<i>Slip On</i>	0,51448881
<i>Weldneck</i>	0,497914331
<i>Blind</i>	0,473695741

Hasil dari tabel 2 diatas menunjukkan hasil nilai keandalan dari ketiga komponen tersebut setelah dilakukannya perhitungan *index of fit* kemudian didapatkan hasil nilai keandalan komponen flange pipa tersebut. *Slip on* memiliki nilai keandalan sebesar 0,51448881, komponen *weldneck* memiliki nilai keandalan 0,497914331 dan komponen *blind* memiliki nilai keandalan sebesar 0,473695741.

3. Perhitungan *reliability* blok diagram

a. perhitungan sistem seri

Diketahui jumlah unit dalam sistem perpipaan pertamax yaitu meliputi motor, pompa, flange pipa dan meter arus. Dapat di lihat pada tabel 3 berikut ini

Tabel 3. Keandalan jalur perpipaan seri *Slip on*

UNIT	Reliability
Motor	0,8432
Pompa	0,51020542
Pipa (<i>flange pipe</i>)	0,51448881
flow meter	0,520105

Jumlah nilai komulatif keandalan (seri network) unit peralatan pertamax dengan rumus berikut.

Maka didapat nilai komulatif 2,38799923.

Sedangkan analisa R unit sistem konfigurasi blok diagram seri sebagai berikut.

$$R_s = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \dots R_n$$

$$R \text{ (sistem Pipa Pertamax)} = R_1 \times R_2 \times R_3 \times R_4$$

$$R_s = (0,8432 \times 0,51020542 \times 0,51448881 \times 0,520105)$$

$$R_s = 0,115117839.$$

Tabel 4. Keandalan jalur perpipaan seri *weldneck*

UNIT	Reliability
Motor	0,8432
Pompa	0,51020542
Pipa (<i>flange pipe</i>)	0,497914331
flow meter	0,520105

Maka didapat nilai komulatif 2,371424751. Sedangkan analisa R unit sistem konfigurasi blok diagram seri sebagai berikut.

$$R_s = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \dots R_n$$

$$R \text{ (sistem Pipa Peralite)} = R_1 \times R_2 \times R_3 \times R_4$$

$$R_s = (0,8432 \times 0,51020542 \times 0,497914331 \times 0,520105)$$

$$R_s = 0,111409268.$$

Tabel 4. Keandalan jalur perpipaan seri *blind*

UNIT	Reliability
Motor	0,8432
Pompa	0,51020542
Pipa (<i>flange pipe</i>)	0,497914331
flow meter	0,520105

Maka didapat nilai komulatif 2,347206161. Sedangkan analisa *R* unit sistem konfigurasi blok diagram seri sebagai berikut.

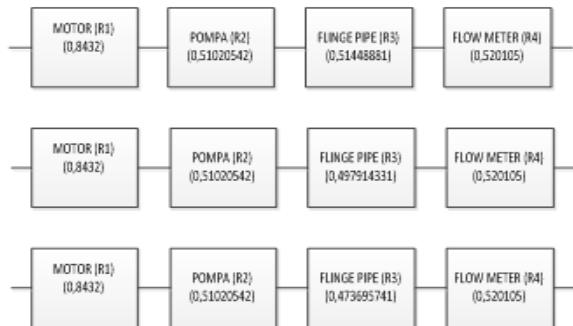
$$R_s = R_1.R_2.R_3...R_n$$

$$R \text{ (sistem Pipa Premium)} = R_1 \times R_2 \times R_3 \times R_4$$

$$R_s = (0,8432 \times 0,51020542 \times 0,473695741 \times 0,520105)$$

$$R_s = 0,105990313.$$

Maka di dapatlah hasil konfigurasi reliability blok diagram konfigurasi seri dengan nilai *slip on* 0,115117839, *weldneck* 0,111409268 dan *blind* 0,105990313.



Gambar 3. Analisa RBD konfigurasi seri

b. Perhitungan sistem paralel

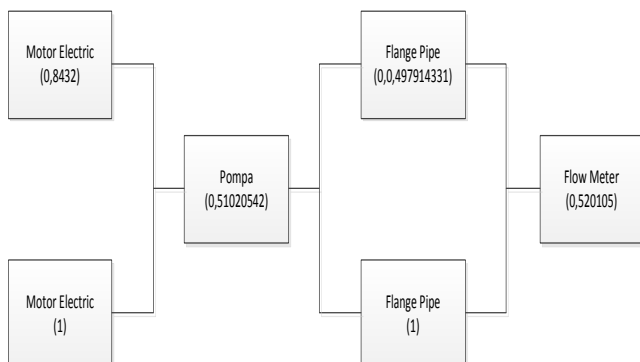
Tahap pertama dalam melakukan analisa RBD sistem paralel yaitu melakukan identifikasi dua unit sistem, maka didapat :

$$= 1-(1-A) \times (1-B) \times C \times (1-D) \times (1-E) \times F$$

$$= 1-(1-0,8432) \times (1-1) \times 0,51020542 \times (1-0,51448881) \times (1-1) \times 0,520105$$

$$= 1-(0,1568) \times 0,51020542 \times (0,48551119) \times 0,520105$$

$$= 0,979799.$$



Gambar 4. Konfigurasi sistem paralel *slip on*

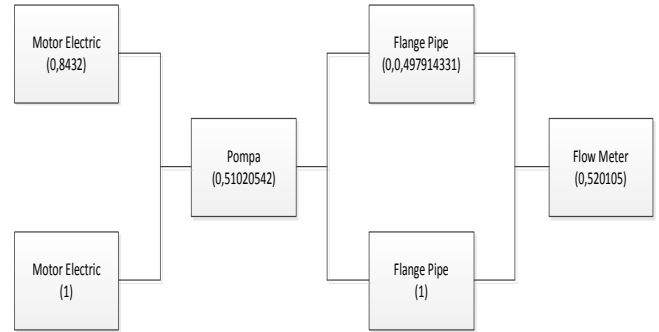
Untuk perhitungan komponen skenario sistem paralel pada *weldneck* sebagai berikut ini.

$$= 1-(1-A) \times (1-B) \times C \times (1-D) \times (1-E) \times F$$

$$= 1-(1-0,8432) \times (1-1) \times 0,51020542 \times (1-0,497914331) \times (1-1) \times 0,520105$$

$$= 1-(0,1568) \times 0,51020542 \times (0,502085669) \times 0,520105$$

$$= 0,979108.$$



Gambar 5. Konfigurasi sistem paralel *weldneck*

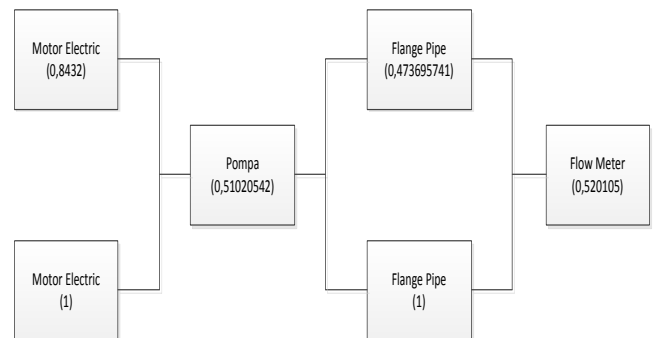
Perhitungan skenario sistem paralel pada komponen *blind* dapat dilihat pada perhitungan berikut ini.

$$= 1-(1-A) \times (1-B) \times C \times (1-D) \times (1-E) \times F$$

$$= 1-(1-0,8432) \times (1-1) \times 0,51020542 \times (1-0,473695741) \times (1-1) \times 0,520105$$

$$= 1-(0,1568) \times 0,51020542 \times (0,526304259) \times 0,520105$$

$$= 0,978101.$$



Gambar 6. Konfigurasi sistem paralel *blind*

Nilai keandalan komponen *flange pipe* yang berada pada sistem jalur pipa PT PERTAMINA (Persero) TBBM Pontianak *slip on* 0,5144888 yang mana jalur pipa bahan bakar pertamax, *weldneck* 0,4979143 jalur pipa pertalite, *blind* 0,473696 jalur pipa premium. Nilai RBD seri komponen *flange pipe* yang berada pada sistem jalur pipa PT PERTAMINA (Persero) TBBM Pontianak *slip on* 0,115117839 yang mana jalur pipa bahan bakar pertamax, *weldneck* 0,111409268 jalur pipa pertalite, *blind* 0,105990313 jalur pipa premium.

Nilai skenario RBD paralel komponen *slip on* 0,979799, *weldneck* 0,979108 dan *blind* 0,978101. Jadi hasil dari perhitungan skenario konfigurasi keandalan *reliability block diagram* (RBD) menunjukkan adanya peningkatan keandalan dari jalur perpipaan seri ke paralel.

Kesimpulan Penelitian

Setelah seluruh proses penelitian berupa pengumpulan, pengolahan, analisa serta pembahasan data telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal berikut.

1. Keandalan komponen kritis flange pipa yaitu komponen *Slip On*, *Weldneck* dan *Blind* mengalami penurunan secara terus-menerus seiring bertambahnya waktu sehingga dapat dikarakteristikan sebagai komponen yang mengalami fase keausan atau *wear out failure*.
2. Nilai keandalan dari hasil penelitian komponen kritis *slip on* 0,5144888, *weldneck* 0,4979143 dan *blind* 0,473696
3. Nilai RBD konfigurasi seri komponen *slip on* 0,115117839, *weldneck* 0,111409268 dan *blind* 0,105990313
4. Skenario nilai RBD konfigurasi paralel komponen *slip on* 0,110300653, *weldneck* 0,112499376 dan *blind* 0,117925808.

Daftar Pustaka

Ansori, N., dan Mustajib, M. (2013). *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Dhillon (2006). *Engineering Maintenance A Modern Approach*. USA : CRC Press LLC.

Ebeling, C. E. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability*. Boston: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Lee, R. (1999). *Pocket Guide to : Flange, Fitting and Piping Data*. Houston : Elsevier Science and Technology.

Biografi

Peneliti memulai pendidikan formal di SDN 06 Pontianak Utara kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMPN 20 Pontianak Utara kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMAN5 Pontianak Utara, kemudian peneliti melanjutkan pendidikan perguruan tinggi pada tahun 2012 dan diterima menjadi mahasiswa Universitas Tanjungpura pada program studi Teknik Industri dan lulus strata 1 (S1) pada tahun 2019.